



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i1.4200>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

*Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos*

*Chlorophyll dynamics in citrus with the application of diatomaceous earth in two climatic zones*

*Dinâmica da clorofila em citrinos com aplicação de terra diatomácea em dois pisos climáticos*

Geomayra Liseth Alava-Silva<sup>I</sup>  
[geomayra.alava1661@utc.edu.ec](mailto:geomayra.alava1661@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0003-8522-992X>

Kevin Alexander Osorio-Gonzalez<sup>II</sup>  
[kevin.osorio6727@utc.edu.ec](mailto:kevin.osorio6727@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0004-0600-9142>

Eduardo Fabián Quinatoa-Lozada<sup>III</sup>  
[eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec](mailto:eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0552-1871>

Oswaldo Danilo Álvarez-Altamirano<sup>IV</sup>  
[danioloalv2@gmail.com](mailto:danioloalv2@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0005-4306-4834>

Kleber Augusto Espinosa-Cunuhay<sup>V</sup>  
[kleber.espinosa@utc.edu.ec](mailto:kleber.espinosa@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5151-6301>

**Correspondencia:** [geomayra.alava1661@utc.edu.ec](mailto:geomayra.alava1661@utc.edu.ec)

\* **Recibido:** 28 de noviembre de 2024 \* **Aceptado:** 15 de diciembre de 2024 \* **Publicado:** 06 de enero de 2025

- I. Estudiante de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- II. Estudiante de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- III. Ingeniero Agrónomo, Máster en Biotecnología Molecular y Celular de Plantas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- IV. Ingeniero Agrónomo, Magister en Sanidad Vegetal, Consultor Independiente, Ambato, Ecuador.
- V. Ingeniero Agrónomo, Magister en Sanidad Vegetal, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.

## Resumen

Los cítricos entre ellos la naranja y mandarina son de gran importancia en Ecuador, ya que son cultivos rentables, pero no son aprovechados de manera eficiente, y con poca utilización de alternativas amigables con el medio ambiente, como el uso de enmiendas para el suelo. El objetivo de esta investigación fue determinar la dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos, con el fin de ir evaluando la adaptabilidad de la naranja y mandarina tanto en la zona de Guasaganda ubicada a 503 msnm. y en la zona de Pucayacu con una altitud de 1002 msnm. ubicadas en la Provincia de Cotopaxi. Para el primer ensayo se evaluó mandarina de la variedad Kin de 6 meses de edad y una altura promedio de 0.60 m. en el ensayo 2 se utilizó naranja de la variedad Valenciana de 6 meses de edad y una altura promedio de 0.80 m; en lotes de 0.5 hectáreas para cada ensayo en las dos zonas, se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial A x B, con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Las variables evaluadas fueron índice de crecimiento, número de ramas, perímetro del área foliar y contenido de clorofila en cada ensayo. Entre los resultados obtenidos tenemos que en el cultivo de mandarina la aplicación de tierra de diatomeas influye en un mejor índice de crecimiento en las dos localidades Pucayacu y Guasaganda, mientras que para las variables perímetro foliar y número de ramas no surge efecto positivo frente al tratamiento con aplicación; el tratamiento de la localidad Pucayacu, con aplicación de diatomeas incrementa su contenido de clorofila conforme el ciclo vegetativo avanza, llegando a 49.08 SPAD a los 10 meses del cultivo de mandarina, mientras que, en el cultivo de naranja las variables que presentan mejor respuesta a la aplicación de tierra de diatomeas en la localidad Guasaganda fueron el índice de crecimiento y el número de ramas, por el contrario, el perímetro foliar no presentó una respuesta favorable a la aplicación de tierra de diatomeas. Finalmente se observó que, en el cultivo de naranja el tratamiento de Pucayacu con aplicación de diatomeas es el que mejor contenido de clorofila presenta en relación a los demás tratamientos, llegando hasta 41.84 SPAD a los 10 meses de cultivo.

**Palabras clave:** clorofila; diatomea; mandarina; naranja; pisos climáticos.

## Abstract

Citrus fruits, including oranges and mandarins, are of great importance in Ecuador, since they are profitable crops, but they are not exploited efficiently, and with little use of environmentally friendly

## Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

---

alternatives, such as the use of soil amendments. The objective of this research was to determine the dynamics of chlorophyll in citrus fruits with the application of diatomaceous earth in two climatic floors, in order to evaluate the adaptability of oranges and mandarins both in the Guasaganda area located at 503 meters above sea level and in the Pucayacu area with an altitude of 1002 meters above sea level, located in the Cotopaxi Province. For the first test, a 6-month-old Kin mandarin variety with an average height of 0.60 m was evaluated. In test 2, a 6-month-old Valenciana orange variety with an average height of 0.80 m was used; In plots of 0.5 hectares for each trial in the two areas, a completely randomized block design (CRBD) was used, with factorial arrangement A x B, with 4 treatments and 5 repetitions. The variables evaluated were growth index, number of branches, leaf area perimeter and chlorophyll content in each trial. Among the results obtained we have that in the mandarin crop the application of diatomaceous earth influences a better growth index in the two locations Pucayacu and Guasaganda, while for the variables leaf perimeter and number of branches there is no positive effect compared to the treatment with application; The treatment of the Pucayacu locality, with application of diatoms increases its chlorophyll content as the vegetative cycle advances, reaching 49.08 SPAD at 10 months of the mandarin crop, while, in the orange crop, the variables that present a better response to the application of diatomaceous earth in the Guasaganda locality were the growth index and the number of branches, on the contrary, the leaf perimeter did not present a favorable response to the application of diatomaceous earth. Finally, it was observed that, in the orange crop, the Pucayacu treatment with application of diatoms is the one that presents the best chlorophyll content in relation to the other treatments, reaching up to 41.84 SPAD at 10 months of cultivation.

**Keywords:** chlorophyll; diatom; mandarin; orange; climatic zones.

### Resumo

Os citrinos, incluindo as laranjas e as tangerinas, são de grande importância no Equador, pois são culturas rentáveis, mas não são utilizadas de forma eficiente e com pouca utilização de alternativas amigas do ambiente, como o uso de corretivos de solo. O objetivo desta investigação foi determinar a dinâmica da clorofila em citrinos com a aplicação de terra diatomácea em duas zonas climáticas, de forma a avaliar a adaptabilidade da laranja e da tangerina ambas na área de Guasaganda localizada a 503 metros acima do nível do mar. e na zona de Pucayacu com uma altitude de 1.002 metros acima

## Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

---

do nivel do mar. localizado na província de Cotopaxi. Para o primeiro ensaio foram avaliadas tangerinas da variedade Kin com 6 meses de idade e uma altura média de 0,60 m. No ensaio 2 foram utilizadas laranjas da variedade Valenciana, com 6 meses de idade e uma altura média de 0,80 m; Nas parcelas de 0,5 hectares para cada ensaio nas duas áreas, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DBCA), com um arranjo fatorial A x B, com 4 tratamentos e 5 repetições. As variáveis avaliadas foram a taxa de crescimento, o número de ramos, o perímetro da área foliar e o teor de clorofila em cada ensaio. De entre os resultados obtidos, temos que no cultivo da tangerina, a aplicação de terra de diatomáceas influencia um melhor ritmo de crescimento nas duas localidades Pucayacu e Guasaganda, enquanto que para as variáveis perímetro foliar e número de ramos não surge um efeito positivo em relação ao tratamento. O tratamento da localidade Pucayacu, com aplicação de diatomáceas, aumenta o seu teor em clorofila à medida que o ciclo vegetativo avança, atingindo 49,08 SPAD após 10 meses da cultura da tangerina, enquanto que, na cultura da laranjeira, as variáveis que apresentam melhor resposta à aplicação de terra diatomácea na localidade de Guasaganda foram a taxa de crescimento e o número de ramos, pelo contrário, o perímetro foliar não apresentou resposta favorável à aplicação de terra diatomácea. Por fim, observou-se que, na cultura da laranjeira, o tratamento Pucayacu com aplicação de diatomáceas é o que apresenta melhor teor de clorofila em relação aos restantes tratamentos, atingindo os 41,84 SPAD após 10 meses de cultivo.

**Palavras-chave:** clorofila; diatomácea; tangerina; laranja; pisos climáticos.

### Introducción

Citrus, es uno de los géneros que abarca cultivos importantes a nivel mundial, se encuentran distribuidos en zonas tropicales y subtropicales en al menos 140 países (Vu et al., 2018). Las zonas cítricas están ubicadas entre los 20 a 40° norte y sur, conocido como los cinturones cítricos en las cuales estas bajas temperaturas no ocasionan daños a las plantas, por debajo de los 2100 msnm. (Orduz-Rodríguez & Fischer, 2020). En todo el mundo este cultivo alcanza producciones que superan los 124 millones de toneladas, en la que se destacan países como Estados Unidos, India, Brasil, China, México y España (FAO, 2024).

En Ecuador la producción de cítricos involucra principalmente naranja y mandarina. La superficie cultivada de naranja en el Ecuador es de 55,953 hectáreas con una producción de más de 42,000

## Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

---

toneladas de fruta cada año, destacándose la provincia de Bolívar con 2,650 hectáreas, representando una producción del 65% del total nacional (Segovia Montalvan et al., 2022), el 18 % en Manabí y Esmeraldas y el 9% en Los Ríos, las cuales se destinan principalmente al mercado nacional (MAG, 2020).

En nuestro país, el cultivo de la naranja como de la mandarina no están muy explotadas, debido a que la mayoría de los agricultores se dedican a la siembra de productos tradicionales y especialmente de ciclo corto, debido a que obtienen mayores ingresos económicos a corto tiempo, mejorando las plazas de empleo (Zabala Palacios, 2021).

Se hace necesario aumentar la producción y calidad de las frutas cítricas, como la mandarina y naranja, mejorando su manejo del cultivo, con alternativas más amigables con el medio ambiente (Valarezo Concha et al., 2014), usando enmiendas para el suelo como la tierra de diatomeas que es un material compuesto por algas fosilizadas, las mismas que actúan regulando el pH en los suelos ácidos (Vera, 2020). Tomando en cuenta también que las especies cítricas son de fácil adaptación en los diferentes tipos de suelos, altitudes y sistemas de siembra (Zabala Palacios, 2021). Sin embargo, su rendimiento está en función al lugar donde se siembre, a sus condiciones agrometeorológicas, tipo de suelo y su nutrición, lo que conlleva a una planta productiva con un buen contenido de clorofila en sus tejidos, ya que la cantidad de clorofila está relacionada con la absorción de nitrógeno en diversas condiciones ambientales (Alvarado et al., 2024)

Por lo expuesto, fue necesario efectuar la presente investigación, para determinar la dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos, con el fin de ir evaluando la adaptabilidad de la naranja y mandarina tanto en la zona de Guasaganda ubicada a 503 msnm. y en la zona de Pucayacu con una altitud de 1002 msnm. en la Provincia de Cotopaxi.

## Materiales y métodos

### Ubicación:

Se establecieron dos ensayos ubicados en dos zonas subtropicales de la provincia de Cotopaxi, Guasaganda en la finca “El Bolón” ubicada a 503 msnm, con una temperatura promedio de 25 °C, Humedad relativa de 88 %, precipitaciones de 2780 mm/año y la zona de Pucayacu en la finca “Malqui Machay” ubicada a 1002 msnm., con una temperatura promedio de 21 °C, Humedad relativa de 88 % y una precipitación de 2700 mm/año.

## Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

### Material vegetal:

Para el ensayo 1 se evaluó mandarina de la variedad Kin de 6 meses de edad y una altura promedio de 0.60 m. En el ensayo 2 se utilizó naranja de la variedad Valenciana de 6 meses de edad y una altura promedio de 0.80 m.

### Manejo y diseño experimental

Para cada uno de los ensayos se establecieron lotes de 0.5 hectáreas en los que se plantaron tanto la naranja como la mandarina a una distancia de 10m x 10m entre hileras y plantas, dando una densidad de plantación de 100 plantas por hectárea. Se distribuyeron 5 plantas por repetición, 25 plantas por tratamiento, dándonos un total de 100 plantas de naranja y 100 plantas de mandarina en las dos zonas. Se realizó una fertilización de fondo a todas las plantas con un fertilizante comercial de 10-30-10 de acuerdo al análisis de suelo. La aplicación de la tierra de diatomeas se aplicó 40 gramos por planta fraccionado en dos momentos uno al inicio del ensayo y el segundo a los 4 meses, de acuerdo al esquema de tratamientos que se muestran en el Cuadro 1.

*Cuadro 1: Esquema de Tratamientos utilizados en la evaluación de la dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.*

| TRAT. | FACTOR A (Localidad) | FACTOR B (Aplicación de Diatomeas) | REP. | PLANTAS/U.E | TOTAL |
|-------|----------------------|------------------------------------|------|-------------|-------|
| T1    | Guasaganda 503 msnm  | Con Aplicación                     | 5    | 5           | 25    |
| T2    | Guasaganda 503 msnm. | Sin Aplicación                     | 5    | 5           | 25    |
| T3    | Pucayacu 1002 msnm   | Con Aplicación                     | 5    | 5           | 25    |
| T4    | Pucayacu 1002 msnm   | Sin Aplicación                     | 5    | 5           | 25    |
| TOTAL |                      |                                    |      |             | 100   |

*Elaborado por: Alava y Osorio (2024)*

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial A x B, con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Además, para la diferencia entre medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad, el análisis estadístico se lo realizó en el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2020). De manera periódica se realizó un monitoreo de plagas y enfermedades de los cultivos.

## **Variables evaluadas**

### **Índice de crecimiento (cm)**

Se registró la altura de 15 plantas por tratamiento, utilizando un flexómetro se midió desde la base de la planta hasta su ápice, los datos se tomaron cada 30 días por un periodo de 10 meses. Con esos datos se procedió a calcular la tasa de crecimiento aplicando la siguiente fórmula  $(S_2 - S_1)/T$  en la  $S_2$  es el dato de la segunda medición,  $S_1$  es primera medición, y  $T$  es el número de días entre mediciones, que en esta investigación es de 60 días.

### **Número de ramas**

Se contabilizó el número de ramas producidas por planta, los datos se registraron cada 60 días.

### **Perímetro del área foliar**

Para la evaluación de esta variable se utilizó una cinta métrica y se midió el contorno del área foliar de cada planta. El dato se registró en cm.

### **Contenido de clorofila**

Utilizando el medidor Chlorophyll Meter TY-A, se evaluó los niveles de clorofila de las hojas seleccionadas en su ápice cada 60 días. Los datos se registraron en SPAD (Análisis del Desarrollo de la Planta en el Suelo, por sus siglas en inglés *Soil Plant Analysis Development*)

## **Resultados**

### **Ensayo 1 Cultivo de mandarina**

#### **Índice de crecimiento**

Como se puede apreciar en el **Cuadro 2**, el tratamiento que presentó el mayor índice de crecimiento en la mandarina fueron con aplicación de tierra de diatomeas tanto en las localidades de Pucayacu y Guasaganda a los 10 meses de trasplante con 7,14 cm. y 6,20 cm. respectivamente, mientras que a los 2, 4, 6 y 8 meses de trasplante no existía diferencia significativa entre los tratamientos. Lo que hace suponer que los cítricos demandan mucho abono orgánico o enmiendas de suelo para un mejor crecimiento del cultivo (Mendoza & Melecio, 2019).

Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

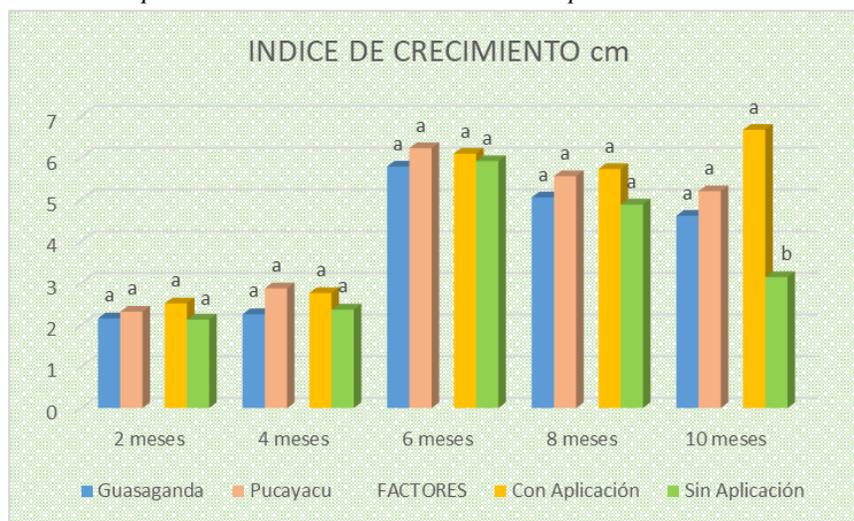
**Cuadro 2:** Índice de crecimiento de la mandarina obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.

| TRATAMIENTOS |                  | ÍNDICE DE CRECIMIENTO cm/2meses |         |         |         |               |
|--------------|------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------------|
| LOCALIDAD    | APLIC. DIATOMEAS | 2 meses                         | 4 meses | 6 meses | 8 meses | 10 meses      |
| Guasaganda   | Con Aplic.       | 2,70 a                          | 2,78 a  | 5,92 a  | 5,26 a  | <b>6,20 a</b> |
| Guasaganda   | Sin Aplic.       | 1,69 a                          | 1,72 a  | 5,66 a  | 4,84 a  | 3,02 b        |
| Pucayacu     | Con Aplic.       | 2,71 a                          | 2,74 a  | 6,28 a  | 6,20 a  | <b>7,14 a</b> |
| Pucayacu     | Sin Aplic.       | 2,90 a                          | 3,00 a  | 6,18 a  | 4,92 a  | 3,26 b        |
| C.V          |                  | 51,6                            | 58,68   | 25,83   | 33,15   | 54,15         |

Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)

Como se muestra en la **Figura 1** el tratamiento con aplicación a los 10 meses muestra diferencia significativa con un valor de 6.67cm versus al tratamiento sin aplicación de tierra de diatomeas, sin embargo, a los 2, 4, 6 y 8 meses no mostraron diferencias estadísticas significativas. Por otro lado, para el factor localidades no se muestra diferencias significativas en los tratamientos de Guasaganda y Pucayacu en ninguno de los tiempos evaluados. La aplicación de enmiendas orgánicas en el suelo de los cítricos sin duda alguna incrementa la altura de la planta en los primeros estadios del ciclo de cultivo (Lopez Yamunaqué, 2013).

**Figura 1:** Índice de crecimiento de la mandarina por factores de estudio obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.



Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)

## Perímetro foliar

El tratamiento que presentó el mejor perímetro foliar durante todos los meses de evaluación frente al demás tratamiento fue el desarrollado en la Localidad Pucayacu sin aplicación llegando a tener 1.20m a los 10 meses después del trasplante, como se muestra en el **cuadro 3**. Independientemente de la aplicación de fertilizantes o mejoradores del suelo, la contextura de la planta y su perímetro foliar viene dado por su genética y la adaptación que éstas tenga en los diferentes pisos climáticos (Mendoza & Melecio, 2019).

*Cuadro 3: Perímetro foliar de la mandarina obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.*

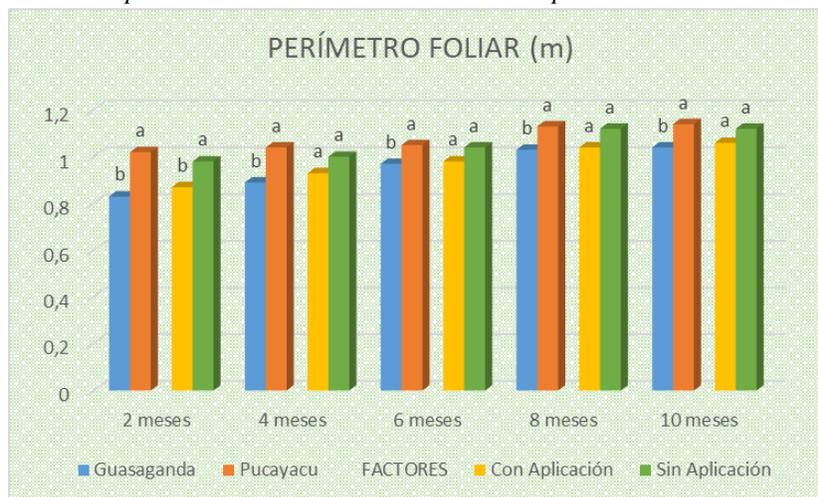
| TRATAMIENTOS |                  | PERÍMETRO FOLIAR (m) |               |         |               |               |
|--------------|------------------|----------------------|---------------|---------|---------------|---------------|
| LOCALIDAD    | APLIC. DIATOMEAS | 2 meses              | 4 meses       | 6 meses | 8 meses       | 10 meses      |
| Guasaganda   | Con Aplic.       | 0,82 b               | 0,90 b        | 0,98 a  | 1,02 b        | 1,04 ab       |
| Guasaganda   | Sin Aplic.       | 0,84 b               | 0,88 b        | 1,12 a  | 1,04 ab       | 1,04 ab       |
| Pucayacu     | Con Aplic.       | 0,92 ab              | 0,96 ab       | 0,98 a  | 1,06 ab       | 1,08 ab       |
| Pucayacu     | Sin Aplic.       | <b>1,12 a</b>        | <b>1,12 a</b> | 1,12 a  | <b>1,20 a</b> | <b>1,20 a</b> |
| C.V          |                  | 11,97                | 9,27          | 9,13    | 9,02          | 8,33          |

*Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)*

En la **Figura 2** se puede ver que los tratamientos del factor Aplicación de diatomeas a los 2 meses de evaluación presenta diferencias significativas el tratamiento sin aplicación en la variable de perímetro foliar, sin embargo, en los posteriores meses no presenta diferencias estadísticas significativas. Para el factor Localidades el tratamiento que mejor perímetro foliar presenta durante todos los meses de evaluación es la localidad Pucayacu indicando diferencias estadísticas significativas frente al tratamiento Guasaganda.

Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

**Figura 2:** *Perímetro foliar de la mandarina por factores de estudio obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.*



Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)

### Número de ramas

Para la variable número de ramas, el tratamiento que mejor promedio presenta es el de Pucayacu sin aplicación presentando diferencias estadísticas significativas frente a los demás tratamientos, llegando a obtener un promedio de 12.80 ramas a los 10 meses de evaluación, como se muestra en el **cuadro 4**. La época lluviosa jugó un papel fundamental en el número de ramas en el cultivo (Ordúz-Rodríguez et al., 2010), ya que coincide con diciembre y primeros meses del año 2024 lo que hizo posible que se incremente el número de ramas en la mandarina en especial en la zona de Pucayacu.

**Cuadro 4:** *Número de ramas de la mandarina obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.*

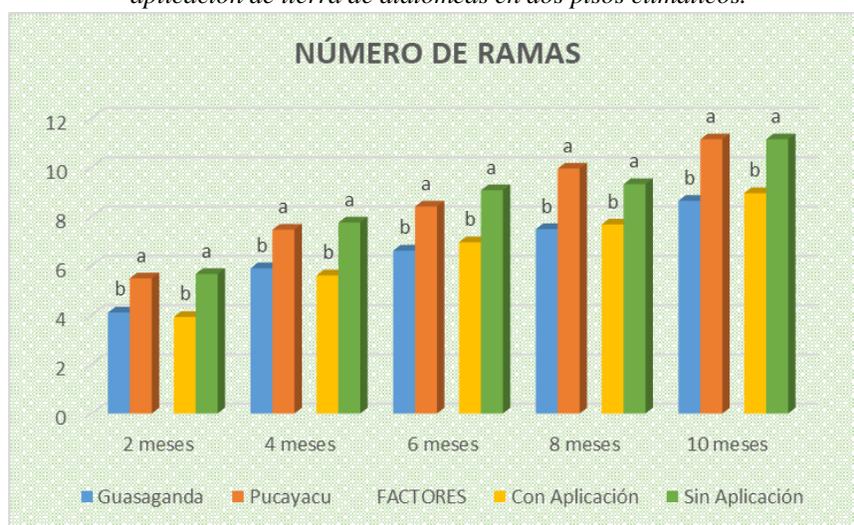
| TRATAMIENTOS |                  | NÚMERO DE RAMAS |               |                |                |                |
|--------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| LOCALIDAD    | APLIC. DIATOMEAS | 2 meses         | 4 meses       | 6 meses        | 8 meses        | 10 meses       |
| Guasaganda   | Con Aplic.       | 4,12 b          | 5,54 b        | 7,32 b         | 7,22 b         | 8,42 b         |
| Guasaganda   | Sin Aplic.       | 4,08 b          | 6,26 b        | 7,92 b         | 7,76 b         | 8,86 b         |
| Pucayacu     | Con Aplic.       | 3,72 b          | 5,68 b        | 6,60 b         | 8,14 b         | 9,48 b         |
| Pucayacu     | Sin Aplic.       | <b>7,26 a</b>   | <b>9,26 a</b> | <b>10,22 a</b> | <b>10,88 a</b> | <b>12,80 a</b> |
| C.V          |                  | 19,45           | 18,14         | 15,4           | 17,73          | 15,49          |

Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)

## Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

En la **figura 3** se puede apreciar que tanto para el factor Localidades y para el factor Aplicación de diatomeas existen diferencias estadísticas significativas, observando que en la localidad Pucayacu se llega alcanzar un promedio de 11.14 ramas a los 10 meses, mientras que en el sector Guasaganda el promedio fue de 8.64 ramas en el mismo periodo de tiempo. Independiente de la aplicación de algún mejorador de suelo, la masa foliar depende del material genético utilizado, como indica (Moreira Moreno, 2019) en la evaluación de la mandarina Cleopatra.

**Figura 3:** Número de ramas de la mandarina por factores de estudio obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.



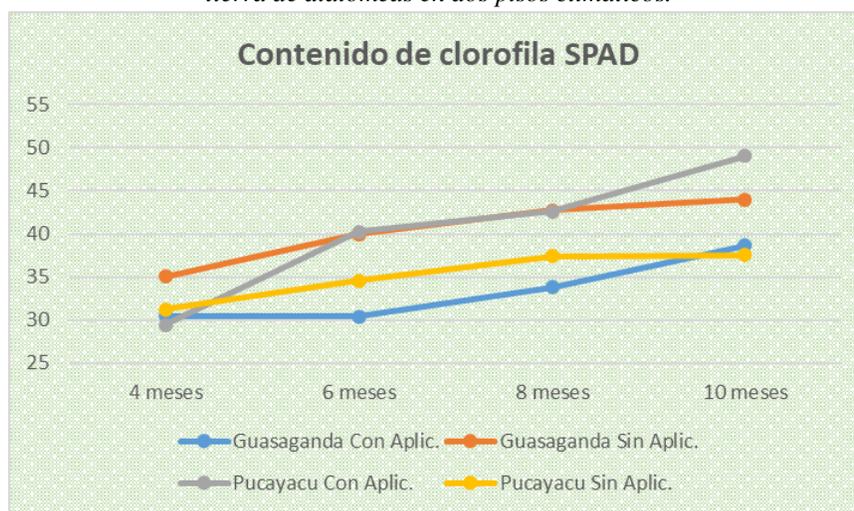
Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)

### Contenido de clorofila

En la **Figura 4** se puede observar que a los 4 meses de evaluación el contenido de clorofila oscila entre los 29 y 35 SPAD y conforme avanza los meses del cultivo, éstos valores se incrementan a valores entre los 37 y 49 SPAD de clorofila a los 10 meses. El tratamiento Pucayacu con aplicación a los 4 meses de haber establecido el cultivo presentó un contenido de clorofila de 29.42 SPAD, a los 6 meses 40.22 SPAD, seguido a esto a los 8 meses ya presentaba 42.62 SPAD y finalmente a los 10 meses fue el tratamiento que mayor contenido de clorofila presentó 49.08 SPAD. a pesar que según el análisis de suelo presenta un bajo nivel de N (0.18%) en Pucayacu y según (Novoa S. -A. & Villagrán A., 2002) los niveles de clorofila están altamente correlacionados con el contenido de N.

Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

**Figura 4:** Contenido de clorofila SPAD de la mandarina obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.



Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)

## Ensayo 2 cultivo de naranja

### Índice de crecimiento

Como se puede apreciar en el **Cuadro 5** el mejor promedio en el índice de crecimiento se presenta en el tratamiento de la localidad de Guasaganda con aplicación de tierra de diatomeas a los 6, 8 y 10 meses de haber establecido el cultivo con 6.0, 7.02 y 5.88 cm. respectivamente, presentando diferencias estadísticas significativas en relación a los demás tratamientos. Mientras que el tratamiento con menor índice de crecimiento fue el de la localidad Pucayacu sin aplicación. En condiciones subtropicales, el crecimiento de los tallos de los cítricos es variado y presenta ciertos picos de crecimiento (Ordúz-Rodríguez et al., 2010), es así que a los 8 meses tiene un mayor índice de crecimiento respecto a los 10 meses y demás meses evaluados.

**Cuadro 5:** Índice de crecimiento de la naranja obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.

| TRATAMIENTOS |                  | INDICE DE CRECIMIENTO cm/2meses |         |               |               |               |
|--------------|------------------|---------------------------------|---------|---------------|---------------|---------------|
| LOCALIDAD    | APLIC. DIATOMEAS | 2 meses                         | 4 meses | 6 meses       | 8 meses       | 10 meses      |
| Guasaganda   | Con Aplic.       | 3,00 a                          | 3,14 a  | <b>6,00 a</b> | <b>7,02 a</b> | <b>5,88 a</b> |
| Guasaganda   | Sin Aplic.       | 3,05 a                          | 3,20 a  | 2,80 b        | 4,28 b        | 3,52 ab       |
| Pucayacu     | Con Aplic.       | 3,10 a                          | 3,60 a  | 1,94 b        | 3,94 bc       | <b>5,86 a</b> |
| Pucayacu     | Sin Aplic.       | 1,66 a                          | 1,86 a  | 1,26 b        | 1,60 c        | 1,48 b        |

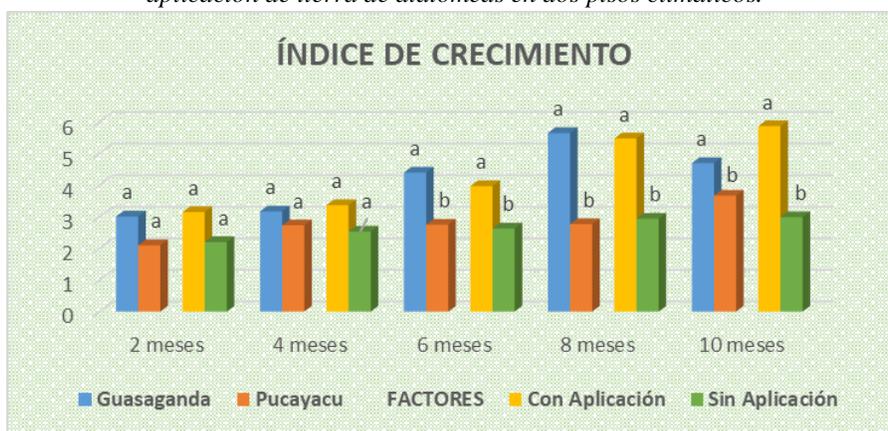
Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

|     |       |       |      |      |       |
|-----|-------|-------|------|------|-------|
| C.V | 47,88 | 47,02 | 39,9 | 32,2 | 50,79 |
|-----|-------|-------|------|------|-------|

*Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)*

En la **Figura 5** se puede apreciar que tanto para el factor Localidades como también para el factor Aplicación de tierra de diatomeas existe diferencias estadísticas significativas en los datos a los 6, 8 y 10 meses después del trasplante, mostrando mejores promedios de índice de crecimiento el tratamiento Guasaganda en el factor Localidades, mientras que para el factor Aplicación de tierra de diatomeas el mejor tratamiento fue Con Aplicación. Un estudio utilizando un Sistema Agroforestal Sucesional SAFs evaluado por (Huamán, 2015) en el también mostró diferencias significativas frente al tratamiento convencional en lo relacionado a la altura de la planta.

**Figura 5:** Índice de crecimiento de la naranja por factores de estudio obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.



*Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)*

### Perímetro foliar

Para la variable perímetro foliar, los mejores promedios se obtuvieron en el tratamiento Pucayacu sin aplicación durante todos los meses de evaluación, llegando a tener hasta 1.02 m. de perímetro a los 10 meses de evaluación, reportando diferencias estadísticas significativas frente a los demás tratamientos como se muestra en el **cuadro 6**, siendo similares los efectos a los encontrados por (Moreira Moreno, 2019) en el que utiliza ácidos húmicos en naranja agria.

Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

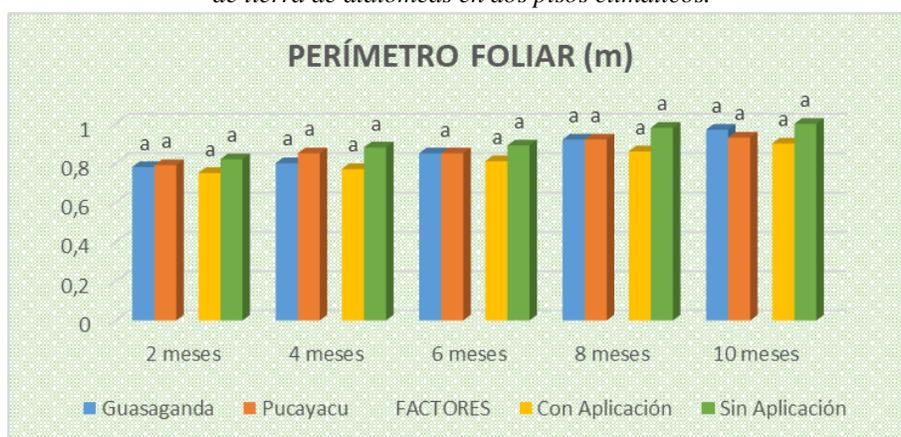
**Cuadro 6:** *Perímetro foliar de la naranja obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.*

| TRATAMIENTOS |                  | PERÍMETRO FOLIAR (m) |               |               |               |               |
|--------------|------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| LOCALIDAD    | APLIC. DIATOMEAS | 2 meses              | 4 meses       | 6 meses       | 8 meses       | 10 meses      |
| Guasaganda   | Con Aplic.       | 0,80 ab              | 0,78 b        | 0,86 ab       | 0,90 ab       | 0,96 ab       |
| Guasaganda   | Sin Aplic.       | 0,76 ab              | 0,82 ab       | 0,84 ab       | 0,94 ab       | 0,98 ab       |
| Pucayacu     | Con Aplic.       | 0,70 b               | 0,76 b        | 0,76 b        | 0,82 b        | 0,84 b        |
| Pucayacu     | Sin Aplic.       | <b>0,88 a</b>        | <b>0,94 a</b> | <b>0,94 a</b> | <b>1,02 a</b> | <b>1,02 a</b> |
| C.V          |                  | 11,92                | 10,5          | 9,67          | 8,06          | 9,85          |

*Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)*

En la **Figura 6** se puede identificar que no existe diferencias estadísticas significativas para ninguno de los factores en estudio, en la que se evidencia también que para el factor Localidades el mejor promedio numérico es Guasaganda con 0.97 m. y para el factor Aplicación de diatomeas fue sin aplicación con 1m. de diámetro foliar a los 10 meses de aplicación. El desarrollo foliar está dada por la relación existente con el tipo de suelo (compactación),(Hoyos Villarraga, 2023) los suelos de las dos localidades tienen la misma textura.

**Figura 6:** *Perímetro foliar de la naranja por factores de estudio obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.*



*Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)*

### Número de ramas

Los mejores promedios para el número de ramas en la naranja se reportaron en el tratamiento de Guasaganda con aplicación de Diatomeas, en el que se puede ver **cuadro 7** diferencias estadísticas

Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

significativas a los 8 y 10 meses de evaluación con promedios de 9.02 y 10.34 ramas respectivamente, mientras tanto que los promedios más bajos se evidenciaron en el tratamiento Pucayacu sin aplicación de diatomeas con promedios de 7.52 y 8.58 ramas en los mismos periodos de evaluación. Estos sistemas agroforestales permite fomentar mayor biomasa vegetal en las plantas de naranja (Huamán, 2015).

*Cuadro 7: Número de ramas de la naranja obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.*

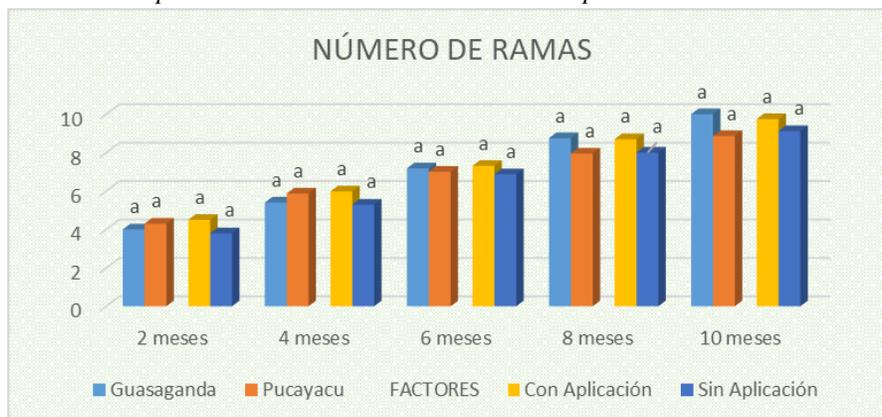
| TRATAMIENTOS |                  | NÚMERO DE RAMAS |         |         |               |                |
|--------------|------------------|-----------------|---------|---------|---------------|----------------|
| LOCALIDAD    | APLIC. DIATOMEAS | 2 meses         | 4 meses | 6 meses | 8 meses       | 10 meses       |
| Guasaganda   | Con Aplic.       | 4,94 a          | 5,50 a  | 7,02 a  | <b>9,02 a</b> | <b>10,34 a</b> |
| Guasaganda   | Sin Aplic.       | 3,94 a          | 5,30 a  | 7,34 a  | 8,48 b        | 9,66 b         |
| Pucayacu     | Con Aplic.       | 4,94 a          | 6,46 a  | 7,60 a  | 8,38 b        | 9,14 b         |
| Pucayacu     | Sin Aplic.       | 3,66 a          | 5,28 a  | 6,40 a  | 7,52 b        | 8,58 b         |
| C.V          |                  | 40,85           | 25,39   | 18,88   | 13,98         | 13,45          |

*Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)*

Al analizar la variable número de ramas por cada factor vemos en la **Figura 7** que no existe diferencia estadística significativas para ninguno de los dos factores, lo que hace deducir que el aumento del número de ramas en la naranja en los dos sectores, estaba en función del desarrollo vegetativo del cultivo, independientemente si se aplicó o no tierra de diatomeas, durante los 10 meses de evaluación. Ya que según (Hoyos Villarraga, 2023), el desarrollo aéreo de la naranja Valencia no es continuo durante el desarrollo vegetativo; por tanto, la brotación y aparición de tallos en la planta no se produce en fechas fijas y varía de un periodo de tiempo a otro acorde a las condiciones climáticas.

Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

**Figura 7:** Número de ramas de la naranja por factores de estudio obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.

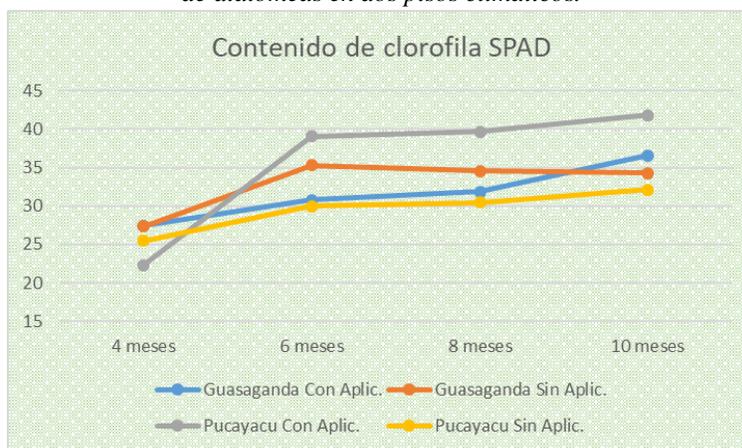


Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)

### Contenido de clorofila

En la **Figura 8** podemos observar que hay un incremento del contenido de clorofila relacionado con el tiempo transcurrido desde el trasplante hasta los 10 meses de cultivo. Sin embargo, el tratamiento Pucayacu con aplicación de diatomeas es el que mejor contenido de clorofila presenta ya que a los 4 meses obtuvo un contenido de 22.3 SPAD, a los 6 meses 39.06 SPAD, a los 8 meses 39.66 SPAD y finalmente a los 10 meses se incrementó hasta los 41.84 SPAD de clorofila. Similares efectos reporta (Alvarado et al., 2024), en vainilla quienes también aplicaron tierra de diatomeas y obtuvieron promedios de 30 SPAD entre los 80 y 100 días.

**Figura 8:** Contenido de clorofila SPAD de la naranja obtenido en la evaluación de cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos.



Elaborado por: (Álava & Osorio, 2024)

## Conclusiones

En el cultivo de mandarina la aplicación de tierra de diatomeas influye en un mejor índice de crecimiento en las dos localidades Pucayacu y Guasaganda, mientras que para las variables perímetro foliar y número de ramas no surge efecto positivo frente al tratamiento con aplicación.

El tratamiento de la localidad Pucayacu, con aplicación de diatomeas incrementa su contenido de clorofila conforme el ciclo vegetativo avanza, llegando a 49.08 SPAD a los 10 meses del cultivo de mandarina.

En el cultivo de naranja las variables que presentan mejor respuesta a la aplicación de tierra de diatomeas en la Localidad Guasaganda fueron el índice de crecimiento y el número de ramas, mientras que el perímetro foliar no presentó una respuesta favorable a la aplicación de tierra de diatomeas.

También se observó que en el cultivo de naranja el tratamiento de Pucayacu con aplicación de diatomeas es el que mejor contenido de clorofila presenta en relación a los demás tratamientos, llegando hasta 41.84 SPAD a los 10 meses de cultivo.

## Agradecimiento

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, al proyecto generativo de la Universidad “USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS AGRO TURÍSTICOS EN EL RECINTO MALQUI-MACHAY DE LA PARROQUIA RURAL DE GUASAGANDA”.

## Referencias

1. Alvarado, J. M. A., Rodríguez, J. J. R., Quinatoa-Lozada, E. F., & Ramírez, C. S. T. (2024). Respuesta vegetativa de vainilla (*Vanilla Planifolia*) a la aplicación de diferentes dosis de tierra de diatomeas. *Polo del Conocimiento*, 9(7), 2075-2090.
2. Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., & Robledo, C. (2020). Infostat—Software estadístico. InfoStat versión 2020. <https://www.infostat.com.ar/>
3. FAO. (2024). Citrus fruit-fresh and processed statistical bulletin. <https://openknowledge.fao.org/home>
4. Hoyos Villarraga, J. A. (2023). Evaluación del crecimiento de plantas mini injertadas de naranja valencia (*Citrus x sinensis osbeck*) y lima Tahití (*Citrus x latifolia Tanaka ex Q. Jiménez*). <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/7406?locale-attribute=en>

5. Huamán, M. H. J. (2015). Desarrollo del cultivo del naranjo (*Citrus sinensis*) en sistemas agroforestales sucesionales en el Municipio de Monteagudo, Chuquisaca: Growth of the orange crop (*Citrus sinensis*) in successional agroforestry systems in the Monteagudo Municipality, Chuquisaca. *AGRO-ECOLÓGICA*, 2(1), 236-245.
6. Lopez Yamunaqué, A. (2013). Evaluación de sistemas productivos de mandarina satsuma Okitsu (*Citrus Unshiu*) con tres tipos de abonos, Fundo Andrés Ortiz Becerra—Sayán. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/138681>
7. MAG. (2020). Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario. Ministerio de Agricultura y Ganadería-Coordinación General de Planificación ....
8. Mendoza, D., & Melecio, V. (2019). Efectos de diferentes dosis de auxinas en el rendimiento de mandarina (*Citrus reticulata* L.), valle de Huaral 2016. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USPE\\_7817ec88b7abc9952262d5bf783469ea](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USPE_7817ec88b7abc9952262d5bf783469ea)
9. Moreira Moreno, J. M. (2019). Evaluación de dos bioestimulantes y sustratos en la germinación de mandarina Cleopatra (*Citrus reshni*) y naranja Agria (*Citrus aurantium*) [B.S. thesis, JIPIJAPA-UNESUM]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1811>
10. Novoa S. -A., R., & Villagrán A., N. (2002). Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. *Agricultura Técnica*, 62(1), 166-171. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072002000100017>
11. Orduz-Rodríguez, J. O., & Fischer, G. (2020). Balance hídrico e influencia del estrés hídrico en la inducción y desarrollo floral de la mandarina 'Arrayana' en el piedemonte llanero de Colombia. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 255-263.
12. Orduz-Rodríguez, J. O., Monroy, H. J., & Fischer, G. (2010). Comportamiento fenológico de la mandarina «Arrayana» en el piedemonte del Meta, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 63-70.
13. Segovia Montalvan, E., Varela Solorzano, M., Torres Navarrete, E., & González Osorio, B. (2022). Producción y comercialización de naranja (*Citrus sinensis* L.): Caso cantón Caluma, provincia de Bolívar, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(2), 1-6.
14. Valarezo Concha, A., Valarezo Cely, O., Mendoza García, A., & Alvarez, H. (2014). Guía técnica sobre el manejo de los cítricos en el Litoral ecuatoriano. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-iniap-41000-1194/Description>

Dinámica de la clorofila en cítricos con la aplicación de tierra de diatomeas en dos pisos climáticos

---

15. Vera, J. A. (2020). Descripción del uso de diatomeas como correctores de suelos ácidos [B.S. thesis, BABAHOYO: UTB, 2020]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7999>
16. Vu, T. X., Ngo, T. T., Mai, L. T. D., Bui, T.-T., Le, D. H., Bui, H. T. V., Nguyen, H. Q., Ngo, B. X., & Tran, V.-T. (2018). A highly efficient *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation system for the postharvest pathogen *Penicillium digitatum* using DsRed and GFP to visualize citrus host colonization. *Journal of Microbiological Methods*, 144, 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2017.11.019>
17. Zabala Palacios, I. M. (2021). Manejo agronómico del cultivo de Mandarina (*Citrus reticulata*), en el Ecuador. [bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2021]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10277>

©2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).